

JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

DETERMINACIÓN DEL MOMENTO IDEAL DE SIEMBRA DE SEMILLAS DE
AGUACATE NATIVO (PERSEA AMERICANA L)

JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
CENTRO COMUNITARIO DE ATENCIÓN VIRTUAL (CCAV) EJE CAFETERO
DOSQUEBRADAS RISARALDA
SEPTIEMBRE DE 2019

JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

DETERMINACIÓN DEL MOMENTO IDEAL DE SIEMBRA DE SEMILLAS DE
AGUACATE NATIVO (*PERSEA AMERICANA* L.)

JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

Proyecto presentado para optar al título de Agrónomo

Manuel Francisco Polanco Puerta I.A. MSc. PhD.

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
CENTRO COMUNITARIO DE ATENCIÓN VIRTUAL (CCAV) EJE CAFETERO
DOSQUEBRADAS RISARALDA
SEPTIEMBRE DE 2019



JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Armenia, Octubre de 2019

DEDICATORIA

A DIOS, quien me guía e ilumina en todo momento de la vida, y me da la sabiduría para poder entender el mundo.

A mi familia, esposa e hijos, por haberme apoyado durante todo este proceso de aprendizaje, por haber creído en mí, por siempre estar ahí cuando más los necesitaba y de forma incondicional

A todos los tutores que me guiaron durante toda la carrera, con su comprensión y carisma para poder alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por el apoyo incondicional en todo momento desde el inicio de mi carrera hasta las instancias finales

Al ingeniero agrónomo Manuel Francisco Polanco asesor de este trabajo, por su gran carisma para enseñar y ayudarnos a entender lo hermoso que es el campo.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de prepararnos profesionalmente.

A todas aquellas personas que de forma directa o indirecta hicieron parte de este proceso.

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
4. JUSTIFICACIÓN	12
5. OBJETIVOS	13
5.1. GENERAL	13
5.2. ESPECÍFICOS	13
6. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	14
6.1 ORIGEN	15
6.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	16
6.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	16
6.4. MORFOLOGÍA	17
6.5. SISTEMA RADICULAR.....	17
6.6. HOJAS.....	17
6.7. FLORES	17
6.8. FRUTO	18
6.9. ORGANOS FRUCTIFEROS	18
7. EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO	18
7.1 CLIMA	18
7.2 SUELO	19
7.3. PH DEL SUELO	19
8. PRACTICAS CULTURALES	20
8.1. PREPARACION DEL SUELO.....	20
8.2. ELIMINACION DE MALAS HIERBAS	20
8.3. PODAS	21
8.4. PROPAGACION.....	21
8.5. INJERTO.....	22

8.6. MARCOS DE PLANTACION.....	23
8.7. RIEGO.....	24
8.8. FERTILIZACION.....	24
9. MATERIALES Y METODOS.....	25
9.1. LOCALIZACION	25
9.2. MATERIAL VEGETAL	25
9.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	26
9.4. TRATAMIENTOS.....	26
9.5 MATERIALES	27
9.6 PREPARACION DEL SUSTRATO	28
9.7. SIEMBRA DE SEMILLA	28
9.8. DISEÑO EXPERIMENTAL	29
9.9. VARIABLES DE RESPUESTA.....	29
10. ANALISIS DE LA INFORMACION.....	30
11. RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
12 CONCLUSIONES.....	35
13. RECOMENDACIONES.....	36
12. BIBLIOGRAFIA.....	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Científica y taxonomica	16
Tabla 2. Variedades de aguacate aptas de acuerdo a la altura.....	19
Tabla 3. Croquis del ensayo experimental con sus respectivos tratamientos y repeticiones. ..	29
Tabla 4. Modelo reRegresión estimada para tipo de raíz.....	31
Tabla 5. Prueba de razón de Probabilidad.....	32
Tabla 6. Matriz de datos.....	34
Tabla 7. Resultados de las variables evaluadas.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografías del material vegetal aguacate nativo.....	26
Figura 2. Fotografías de la aplicación del bioestimulante.....	27
Figura 3. Fotografías mostrando la siembra.....	28
Figura 4. Fotografía mostrando la medición.	30
Grafico 1. Tipo de raíz Vs tratamiento.....	33
Grafico 2. Tipo de raíz Vs tratamientos y tamaño de semilla.....	33

1. RESUMEN

La propagación de aguacate, por medio de semilla sexual, se realiza empleando germinadores de arena, esta técnica ha sido muy utilizada por viveristas desde hace muchos años con buenos resultados. Dentro de los procesos que se realizan esta la selección de la semilla, la cual tiene distintos lugares de procedencia y no se logra estandarizar ni por tamaños ni por madurez de cosecha, ocasionando mucha incertidumbre para lograr una germinación homogénea y sin problemas de raíces múltiples.

Se hizo necesario seleccionar semillas de aguacate nativo para realizar el ensayo, pues esta variedad es la más usada para la germinación en los viveros, se determinó el uso de semillas normales y semillas escarificadas a las cuales se les aplicó un bioestimulante y fueron sembradas en días distintos para evaluar cuál será el día de siembra adecuado y el tamaño de semilla adecuado para que no se presenten raíces múltiples.

Se realizó 3 siembras en días diferentes (día 1, día 6, día 11), mostrando como resultado que se debe sembrar la semilla el día 11 de la cosecha, tiene menor probabilidad de emitir raíces múltiples.

Palabras Claves:

Propagación, semillas, germinación, tratamiento, siembra, sustrato, escarificación, medición, raíces, evaluar.

ABSTRACT

The propagation of avocado, through sexual seed, is carried out using sand germinators, this technique has been widely used by nurseries for many years with good results. Among the processes that are carried out is the selection of the seed, which has different places of origin and it is not possible to standardize neither by sizes nor by maturity of harvest, causing much uncertainty to achieve a homogeneous germination and without problems of multiple roots.

It was necessary to select native avocado seeds to carry out the test, as this variety is the most used for germination in nurseries, the use of normal seeds and scarified seeds to which a biostimulant was applied was determined and sown in days different to assess what will be the right planting day and the appropriate seed size so that multiple roots do not occur.

Three sowings were made on different days (day 1, day 6, day 11), showing as a result that the seed must be sown on day 11 of the harvest, it is less likely to emit multiple roots

Keywords:

Propagation, seeds, germination, treatment, sowing, substrate, scarification, measurement, roots, evaluate

2. INTRODUCCIÓN

Según información de las Evaluaciones Agropecuarias EVAS del año 2018, “El área sembrada en aguacate aumentó cerca de 49% en los últimos 4 años, lo cual está asociado al incremento del interés por el establecimiento de la variedad de aguacate Hass en el país, debido a la demanda del producto en mercados internacionales. Entre 2014 y 2017 la producción alcanza un incremento cercano al 30% y se estima que esta tendencia continúe para el año 2018, aumentado 7% con respecto al 2017, situación explicada por el aumento del consumo, el ingreso a nuevos mercados de exportación, promoción de nuevas siembras y mejoramiento de los procesos productivos en la cadena”

Los departamentos de Tolima, Antioquia, Caldas, Santander, Bolívar, Cesar, Valle del Cauca, Risaralda y Quindío, representan el 86% del total del área sembrada del país. Así mismo Tolima es el departamento con mayor producción con una participación del 18% del total nacional. Se estima que en el país existen alrededor de 13.000 productores en cerca de 18.113 unidades productivas que tienen como principal actividad económica el cultivo de aguacate. Alrededor de 54 mil personas en el país, se ven involucradas en forma directa e indirecta en los diferentes eslabones de la cadena productiva de aguacate. El consumo per cápita de aguacate en fresco en Colombia es de 8 kilogramos al año. —(Evas, 2018)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la gran mayoría de viveros de aguacate, no se cuenta con un huerto madre de donde se pueda obtener la semilla de aguacate nativo para patronaje, por esta razón, se debe comprar fruta de otras zonas del país de esta variedad nativa para producir los árboles que van a vender comercialmente; La obtención de la semilla se realiza entonces, por medio de la proveedores que recolectan los frutos, sin ningún tipo de protocolo, en cuanto a edad de maduración del fruto, tamaño, peso, condición fitosanitaria y mezcla de variedades, lo cual ocasiona problemas de mala germinación, problemas fitosanitarios radiculares, bajo crecimiento, deformación de la raíz, desconocimiento del tipo de variedad, baja prendimiento de los injertos, entre otros, lo que no le permite al viverista cumplir con las exigencias de calidad, impuestas por la resolución 3180 de 2009 del Instituto Colombiano agropecuario ICA, por el cual se reglamenta los requisitos y reglamentos para la producción y distribución de materiales de propagación de frutales en Colombia

4. JUSTIFICACIÓN

La producción de aguacate en Colombia cada vez toma más impulso e importancia en la economía nacional; en los últimos años se ha exportado mucho aguacate hacia Europa y Norteamérica por sus propiedades y excelente sabor, la variedad que mas se exporta es el Hass, por su reducido tamaño personal aunque su apariencia física puede resultar fea sus características nutricionales son las más apetecidas en el exterior. En Colombia hay 22.000 hectáreas sembradas en aguacate y la tendencia sugiere que se continúa sembrando más áreas en distintas regiones del país. Esta información es muy importante, pues la demanda de material procedente de viveros es muy alta y estos deben proveer todas las plántulas para satisfacer la creciente demanda de este material, La preocupación de los viveros de la región está centrada en la gran cantidad de plántulas que presentan multiplicidad en su sistema de raíces, que ocasionan su descarte como patrón y lo que ocasiona grandes pérdidas al viveristas, otra de las preocupaciones es por parte de las personas que compren material injertado en los viveros certificados ante el I.C.A., ya que esta certificación no les asegura comprar un material de excelente calidad y que se desarrolle normalmente a través del tiempo; pensando en indagar un poco más allá de lo que pueda estar pasando se plantea la propuesta de investigar el momento ideal de la siembra de la semilla de aguacate nativo, teniendo en cuenta parámetros como el tamaño de la semilla y la edad de la cosecha del fruto para determinar mediante un modelo estadístico, cuál sería la semilla que cumpla con las características ideales que puedan dar solución a la problemática planteada; con la investigación se espera ofrecer a las personas que lo requieran, una información muy precisa que aporte al desarrollo de protocolos de manejo de la semilla en los viveros y que pueda dar solución a los problemas que se plantean.

5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Contribuir al conocimiento del manejo en vivero de las semillas de aguacate nativa en la producción de patrones de multiplicación.

5.2. ESPECÍFICOS

Determinar el tamaño da semilla de aguacate Nativo, que permita la mayor germinación y la no emisión de raíz múltiple.

Determinar el momento de cosecha de los frutos de aguacate Nativo que permita lograr la mejor germinación y la no producción de raíces múltiples

Determinar la escarificación de la semilla como método alternativo de siembra comparado con el de semilla normal sin escarificación

Establecer un protocolos de manejo en vivero de las semillas de aguacate Nativo, que permita garantizar la calidad e identidad del material que se entrega a los productores, cumpliendo con la normatividad del ICA. Resolución 3180 de 2009

Evaluar el efecto que el bioestimulante AQUACLEAN ACF-SR PLUS pueda tener en la formación de raíces únicas o múltiples en semillas escarificadas y no escarificadas

Identificar el día de siembra ideal que garantice la mayor probabilidad de emitir solo raíz unica

6. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

En Colombia se pueden encontrar materiales criollos que presentan buena adaptación a las condiciones locales. Estos materiales criollos lo constituyen árboles dispersos en diferentes zonas del país, por ejemplo, en la zona de los Montes de María en Bolívar, Antioquia, Tumaco, Chocó y el Eje Cafetero. Dadas las características y ventajas como portainjertos, se pueden seleccionar algunos de estos materiales para el establecimiento de huertos básicos de patrones, caso en el cual el huerto debe contar con un plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) así como planes de riego y fertilización adecuados y, a su vez, tomar reportes de la fenología de la planta, tolerancia a enfermedades y porte, teniendo definido el origen y una descripción del material (Tafur, 2009).

Los patrones a emplear deben provenir de plantas madre sanas, con buenas características de conformación, una excelente adaptación a la zona donde se encuentre, con un historial debidamente documentado y que hayan tenido un manejo agronómico adecuado, es decir, cuenten con planes de manejo de plagas, de riego y fertilización. Se deben elegir frutos que hayan alcanzado su madurez fisiológica (frutos completamente desarrollados, no sobre maduros), deben estar sanos, libres de plagas y enfermedades, con forma normal, y su tamaño debe ser el mejor. Se deben excluir los frutos que hayan tenido contacto con el suelo. Se deben retirar del árbol con cosechadora ó tijeras. La semilla debe ser extraída del fruto, para este proceso no es recomendable el uso de objetos cortantes como cuchillos, navajas, machetes, etc. Después de retirada se debe quitar toda la pulpa adherida, hacer un lavado para retirar residuos y aceites cubran la semilla., se seca en un lugar ventilado y se desinfecta para evitar pudriciones.

6.1 ORIGEN

Según Larracoechea 2018, “El aguacate (*Persea americana*) es un árbol originario de México. Su nombre proviene del náhuatl *ahuacatl*, que significa “testículos de árbol”, por la forma del fruto. Los indígenas mexicanos denominaron *quilahuacatl* al fruto pequeño, y *tlacotlahuacatl* al fruto de tamaño grande, conocido actualmente como aguacate padre”.

En épocas prehispánicas, el árbol del aguacate pudo ser considerado por los antiguos mexicanos, como un árbol sagrado; el árbol de la generación de la vida, por la forma de su excepcional fruto. El interior de este fruto está cubierto por una pulpa de color verde-oscuro, y, por su delicioso sabor, es conocido como “mantequilla de árbol” en algunas regiones.

El aguacate pertenece a la familia Lauraceae, originaria de Mesoamérica. En México el aguacate, como tal, tuvo su origen en las partes altas del centro y este del país, regiones en donde se considera se llevó a cabo su domesticación. También se desarrolló en las partes altas de Guatemala.

Un árbol de Aguacate Padre, originario de México y proveniente de Atlixco, en el estado de Puebla, fue enviado a los Estados Unidos, como un regalo al estado de California. Su aclimatación fue un éxito y actualmente se cultiva también en La Florida, reconociéndose como una gran riqueza agrícola para el sur de Estados Unidos, donde su consumo cada vez es mayor. En inglés al aguacate mexicano se le llama “avocado”. En regiones como Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Uruguay, se le conoce como “palta”.

El árbol de aguacate puede crecer hasta veinte metros de altura, aunque en los cultivos comúnmente se mantiene de menos de cinco metros.

6.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Tabla 1 *Clasificación Científica Taxonómica de Persea americana Mill.*

Reino: <i>Plantae</i>
Subreino: <i>Tracheobionta</i>
Filo: <i>Magnoliophyta</i>
Clase: <i>Magnoliopsida</i>
Subclase: <i>Magnoliidae</i>
Orden: <i>Laurales</i>
Familia: <i>Lauraceae</i>
Género: <i>Persea americana</i> Mill.
Especie: <i>Persea americana</i>

Fuente: [https://ast.wikipedia.org › wiki › Persea_americana](https://ast.wikipedia.org/wiki/Persea_americana)

6.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Árbol caducifolio que alcanza hasta 20 metros de altura. El tronco de corteza marrón grisácea es recto y mide entre 30 y 60 centímetros de diámetro. Las hojas son alternas, de brillante verde en la región superior y de un tono más claro en la inferior; de forma larga, ovalada y con el extremo puntiagudo. Miden de 12 a 25 centímetros de longitud. -(Bioenciclopedia.com)

Sus flores son pequeñas y muestran un color verdoso en sus 6 pétalos y demás partes. Ahora bien, el fruto es lo más apreciado del árbol. Se trata de una baya de una sola semilla con forma de pera, más redonda u ovalada según la variedad. Maduro, el fruto puede exhibir un color externo que va del verde al morado oscuro, de textura lisa o arrugada. La carne verde claro o amarillo es suave, de sabor ligeramente dulce y de textura similar a la de la mantequilla. -

Bioenciclopedia.com)

6.4. MORFOLOGÍA

Árbol extremadamente vigoroso (tronco potente con ramificaciones vigorosas), pudiendo alcanzar hasta 30 m de altura.

6.5. SISTEMA RADICULAR

Las raíces son generalmente superficiales, posee única raíz pivotante, que puede alcanzar los 150 cm de profundidad

6.6. **HOJAS:** Árbol perennifolio. Hojas alternas, pedunculadas, muy brillantes.

6.7. **FLORES:** según Infoagro, Asohfrucol, se asegura que: “las flores perfectas en racimos sub terminales; sin embargo, cada flor abre en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación. Por esta razón, las variedades se clasifican con base en el comportamiento de la inflorescencia en dos tipos A y B. En ambos tipos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica de las flores de aguacate es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y sólo el 0,1 % se transforman en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutitos en desarrollo”.

6.8. **FRUTO:** baya unisemillada, oval, de superficie lisa o rugosa. El envero sólo se produce en algunas variedades y la maduración del fruto no tiene lugar hasta que éste se separa del árbol.

6.9. **ÓRGANOS FRUCTÍFEROS:** ramos mixtos, chifonas y ramilletes de mayo. El de mayor importancia es el ramo mixto

7. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO

El aguacate puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2.500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces...(Infoagro.com)

7.1 CLIMA

La temperatura y la precipitación son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo.

En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la raza. La raza antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la raza guatemalteca son más resistentes y las mejicanas las que presentan la mayor tolerancia al frío.

En cuanto a precipitación, se considera que 1.200 mm anuales bien distribuidos son suficientes. Sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitación durante la floración y la fructificación, reduce la producción y provoca la caída del fruto. ...(Infoagro.com)

Tabla 2. Variedades de aguacate aptas para el cultivo en las diferentes altitudes.

ALTURA		
De 0 – 1.000 msnm	1.000 a – 1500 msnm	1.500 – 2.500 msnm
Simmonds	Choquete	Nabal (G)
Catalina	Kahalú	Azteca
Booth 8	Hall	Fuerte
Booth 7	Simpson	Hass
Masutomi	Guatemala	Ettinger
	Fujikawa	
	Itzama	

7.2 SUELO

Según Infoagro “Los suelos más recomendados son los de textura ligera, profundos, bien drenados, pero puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como *Phytophthora*”

7.3 PH DEL SUELO

El cultivo requiere un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7)

8. PRÁCTICAS CULTURALES

8.1. PREPARACION DEL SUELO

La preparación del terreno depende de la topografía y de la vegetación existente. Si el terreno es plano y ha sido cultivado previamente, no necesita preparación, sólo se marca y se hacen hoyos con 60 cm de diámetro y 50 a 60 cm de profundidad. Si es plano pero tiene malas hierbas, debe aplicar previamente algún herbicida y posteriormente arar y rastrear. Posteriormente se hace el marcaje que puede ser un cuadro real, tresbolillo y otros.

Es conveniente construir zanjas siguiendo las curvas de nivel para la protección del suelo.

También se puede hacer el marcaje para siembra en curvas de nivel para aprovechar las líneas como obras de conservación de suelos. ...(Infoagro.com)

8.2. ELIMINACIÓN DE MALAS HIERBAS

Cuando se realiza el control de malas hierbas, debe evitarse el empleo de herramientas cortantes cerca de la base de los árboles, para no provocar heridas que pueden ser la entrada para el hongo causante de la marchitez del aguacate *Phytophthora cinnamomi*.

No es recomendable mantener el suelo desnudo, ya que en estas condiciones está sujeto a la erosión; es mejor tener un cultivo de cobertura de plantas leguminosas entre los árboles, que por su aporte de nitrógeno resultan las mejores, en muchos casos se utilizan cubiertas de gramíneas de fácil manejo y poco crecimiento.

El manejo del acolchado de gramíneas puede hacerse con cortadora rotativa antes que las malas hierbas de la cobertura entren en floración. Cuando la cobertura de gramíneas se infesta de malas hierbas es conveniente usar herbicidas en aplicaciones localizadas hacia éstas.

Lo más recomendable es usar los herbicidas cuando las malas hierbas rebrotan después de

acolchar. Si tiene lugar la aparición de malas hierbas es conveniente aplicar un buen herbicida como el Terbutizalina, dirigido a la maleza.

Para especies de hoja ancha y ciperáceas se puede usar 2-4 D en su formulación de sal, en dosis de 0,5 kg.Ha-1. Para malezas de difícil erradicación, se utiliza glifosato.

Cuando el acochado es de leguminosas y está infestada de gramíneas, se puede utilizar el herbicida fluazifop-butil (0,5 kg.Ha-1).

8.3. **PODAS**

El árbol de aguacate no requiere poda de formación. En los primeros tres años de desarrollo, los árboles de aguacate requieren poca atención en cuando a poda, pero luego se debe procurar mantenerlo bien formado, de manera que las labores culturales y la cosecha se faciliten.

Se deben podar las ramas de crecimiento vertical con altura excesiva, las ramas bajas o pegadas al suelo y los tallos débiles y enfermos. ...(Infoagro.com)

8.4. **PROPAGACIÓN**

El aguacate se puede propagar por semilla o por injerto.

La propagación por semilla no es recomendable para plantaciones comerciales debido a la gran variabilidad que ocurre en producción y calidad de fruto.

La propagación por injerto es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas para cultivo comercial, ya que los árboles injertados son uniformes en cuanto a la calidad, forma y tamaño de la fruta.

Las semillas deben provenir de frutas sanas, de buen tamaño, cosechadas directamente del árbol.

Su viabilidad dura hasta tres semanas después de extraída de la fruta. Es recomendable cortar la parte angosta de la semilla, en un tramo de una cuarta parte del largo total, para ayudar así a la

salida del brote y para hacer una primera selección, ya que el corte permite eliminar las semillas que no presenten el color natural blanco amarillento, debido a podredumbre, lesiones o cualquier otro daño. Inmediatamente después de cortadas, se siembran en el semillero previamente preparado colocándolas sobre el extremo ancho y plano de modo que la parte cortada quede hacia arriba. Las semillas empiezan a brotar aproximadamente treinta días después de sembradas. Generalmente las plantas están listas para ser trasplantadas al vivero, a los treinta días después de la germinación.

8.5 INJERTO

La operación puede realizarse en el vivero o en el sitio definitivo de plantación; sin embargo, lo recomendable es hacerla en el vivero.

El injerto se realiza cuando el tallo de la planta patrón tiene 1 cm de diámetro (aproximadamente 6 meses después de la siembra) y a 10 cm de la base. Debe realizarse en un lugar fresco y aireado para lograr una buena unión vascular entre el patrón y el injerto.

El método más difundido para injertar el aguacate es el de unión lateral aunque también da buenos resultados el injerto de púa terminal; sin embargo, también se practican otros como el injerto de escudete y el de hendidura, pero con menor éxito.

Las púas a injertar deberán provenir de árboles seleccionados y representativos de la variedad escogida, con buen vigor, sin enfermedades, de buena producción y calidad. Es conveniente que las púas tengan diferentes grosores para contar con material adaptable a los diferentes diámetros de los patrones.

El injerto de unión lateral se realiza aproximadamente a los 20 cm de altura del patrón.

Una vez que el injerto ha pegado, entre los veintidós y treinta días después de realizado, se empieza a eliminar la parte superior del patrón. Esto se va haciendo paulatinamente hasta llegar al injerto. El corte debe ser hecho a bisel y cubierto con una pasta funguicida a base de cobre. Cuando el injerto tiene entre 20 y 25 cm de alto se puede trasplantar al campo definitivo, siempre y cuando el corte haya sido cubierto por el callo del injerto. ... (Infoagro.com)

8.6. MARCOS DE PLANTACIÓN

Los arbolitos están listos para el trasplante en la plantación entre los cuatro y seis meses después de que fue injertado.

Los marcos de plantación vendrán dados por el tipo de suelo y la topografía, la variedad o cultivar (debido al vigor, hábito de crecimiento) y por las condiciones ambientales imperantes. A menor altura o mayor fertilidad las distancias deben ser mayores.

En general, las distancias varían entre 7 m x 9 m a 10 m x 12 m; el espaciamiento de 10 m entre plantas y 10 m entre hileras, es el más empleado.

Existen varios sistemas de plantación utilizados: el cuadrado que puede ser 8 x 8 con 156 plantas en una hectárea, 9 x 9 m con 123 plantas.Ha-1 o 10 x 10 con 100 plantas.Ha-1; el tresbolillo que puede ser 8 x 8 con 180 plantas.Ha-1, 9 x 9 con 142 plantas.Ha-1 y el 10 x 10 con 115 plantas/Ha.

8.7. RIEGO

Durante el primer año de los arbolitos, la plantación debe contar con suficiente agua para riego durante la estación seca, de manera que los árboles reciban la cantidad adecuada para que alcancen un buen desarrollo, que será determinante en el futuro de la plantación.

8.8. FERTILIZACIÓN

Para definir la cantidad de abono que puede suministrarse a una plantación de aguacate, debe realizarse un análisis del suelo antes de establecerla y aproximadamente cada tres años, además del análisis foliar que es recomendable hacerlo cada año. Estos análisis indicarán si los niveles de nutrientes en el suelo y en la planta son satisfactorios.

En términos generales se pueden tomar como base para la fertilización del aguacate las siguientes sugerencias:

Al trasplante: 250 g de un fertilizante rico en fósforo como el de la fórmula 10-30-10 o triple superfosfato, en el fondo del hoyo.

Por cada año de edad del árbol, un kilo de un fertilizante rico en nitrógeno y potasio como el de la fórmula 18-5-15-6-2, repartido en tres aplicaciones, una a la entrada de las lluvias y las otras dos cada dos meses. La cantidad máxima de fertilizante es de 12 kilos para árboles de 13 años en adelante. Esta cantidad se mantendrá si la producción es constante. Si el análisis del suelo indica un pH bajo y un porcentaje de aluminio intercambiable.

Cuando el árbol entra en producción, la fertilización nitrogenada debe incrementarse, ya que en el período comprendido entre el inicio de la floración y la maduración del fruto, el árbol demanda la mayor cantidad de nitrógeno. Se recomienda un kilogramo de urea adicional, a la dosis de la fórmula completa, 40 días después de la floración, si hay riego; sino, debe adicionarse en el inicio de la estación lluviosa.

Es recomendable aplicar, por medio de fertilizantes foliares, microelementos como: cobre, zinc, manganeso y boro una o dos veces al año.

Los fertilizantes suministrados como fórmulas completas se deben aplicar en surcos u hoyos paralelos a la línea de plantación a 30 cm de profundidad y a 20 cm del gotero del árbol. Los fertilizantes nitrogenados se depositan en hoyos de menor profundidad o en la superficie distribuidos en círculo, en la zona de goteo del árbol en círculo.

9. MATERIALES Y METODOS

9.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero Victoria, ubicado en el km 3 via Armenia Montenegro (departamento del Quindío), a una altura de 1450 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 22°C, correspondiente a clima medio y dentro de la clasificación Holdridge (6),bh-PM (Bosque Húmedo Pre-montano);se encuentra registrado ante el ICA como productor de material vegetal de aguacate.

9.2. MATERIAL VEGETAL

Se emplearon semillas del cultivar nativo, frutos obtenidos con madurez fisiológica, cosecha manual, se dejan madurar por 8 días para luego sacar la semilla y hacer siembra en bancos de propagación con arena de rio como sustrato



Figura 1. Fotografías del material vegetal aguacate nativo

Fuente: Autor, 2019

9.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes equipos de medición:

Pie de rey: para medir diámetros de la semilla, longitud de raíz y tallos

Termo-higrómetro: para medir temperatura del sustrato

Cinta métrica: para hacer la medición de los espacios dentro del banco de propagación en cada tratamiento

9.4 TRATAMIENTOS

1. Tratamiento 1 semilla normal
2. Tratamiento 2 semilla escarificada
3. Tratamiento 3 normal con bioestimulante Acuaclean ACF-SF
4. Tratamiento 4 escarificada con bioestimulante Acuaclean ACF-SF

Acuaclean ACF-SF+. Aplicado en inmersión a una dosis de 50 cm en 10 lts de agua.



Figura 2. Fotografías de aplicación del bioestimulante evaluado en los tratamientos

Fuente: Autor, 2019

9.5. MATERIALES

Descripción del procedimiento de selección y desinfección de la semilla.

En esta investigación se usó semilla de aguacate nativo, proveniente del oriente del departamento de Caldas, frutos con madurez fisiológica, de diferentes tamaños, enteros, al momento de llegar a vivero se procede a retirar la pulpa y dejar la semilla entera, descartando aquella que tuviera cualquier daño físico o biológico; luego se procede a lavar con agua para dejarla lista para la siembra en el sustrato; se emplearon dos técnicas de siembra así: unas semillas se sembraron de manera normal, es decir enteras; las otras se les hizo un procedimiento de escarificación, que consiste en eliminar unos 2 centímetros de la parte delgada de la semilla, para acelerar el proceso de germinación, esto es muy común en los viveros, por esta razón se quiso imitar esta práctica y evaluar la incidencia de esta en la emisión de raíz única o múltiple

También se incluyó en el experimento el uso de un bioestimulante Acuaclean ACF-SF, con el propósito de evaluar su efecto en la formación de raíces únicas o múltiples

9.6. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

El sustrato utilizado para el llenado de los germinadores es arena de río, aplicando el protocolo del vivero se realiza desinfección con peróxido de hidrógeno 40 cc x litro de agua 24 horas antes de la siembra de la semilla, posteriormente se aplica trichox 5 días antes de la siembra.

Las camas son en cemento, a una altura de 1 mt, largo de la cama 5 mt, 1 metro de ancho

9.7 SIEMBRA DE LA SEMILLA

Una vez hecha la desinfección del sustrato, emparejando las camas, se procede a poner una a una las semillas en hileras de acuerdo a los parámetros a evaluar y los tratamientos, haciendo una presión sobre cada semilla hasta que esta quede enterrada en arena y cubierta totalmente con arena con la base más ancha hacia abajo

Cabe resaltar, que para este trabajo se realizó siembras de semilla en tres momentos diferentes (días de siembra 1, 5, 11) es decir, cada 5 días se realizó siembra de semilla en cada uno de los tratamientos para determinar la fecha precisa de siembra donde se presente la menor cantidad de raíces múltiples



Figura 3. Fotografías mostrando la siembra
Fuente: Autor, 2019

9.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Se establecieron cuatro bloques, cada tratamiento por bloque se repitió tres veces y cada repetición constó de 15 semillas, para un total de 540 semillas o unidades experimentales. Las unidades experimentales se ubicaron en filas de 15 unidades y 36 hileras.

Tabla 3. Croquis del ensayo experimental con sus respectivos tratamientos y repeticiones

BLOQUE 1									BLOQUE 2									BLOQUE 3									BLOQUE 4								
NORMAL									ESCARIFICADA									NORMAL CON BIOESTIMULANTE									ESCARIFICADA CON BIOESTIMULANTE								
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
SIN BIOESTIMULANTE									CON BIOESTIMULANTE																										

Fuente: Autor, 2019

9.9. VARIABLES DE RESPUESTA

Se determinó como variables de respuesta lo siguiente:

- Día de siembra
- Tratamiento
- Bioestimulante si/no



Figura 4. Fotografías mostrando la medición de las variables de respuesta

Fuente: Autor, 2019

10. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

La técnica de análisis que se utilizó fue:

Regresión Logística, en la cual se determinó la relación de las variables de medición con las variables de respuesta, teniendo en cuenta los factores o variables explicativas

Para este análisis se utilizó la versión XVII del programa estadístico statgraphics Centurion (ver resultados en la tabla 5)

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta información corresponde a los ensayos y evaluación del desarrollo de raíces en semillas de aguacate nativo en germinadores de arena en vivero

A las 4 semanas después de la siembra de las semillas, se evaluaron los siguientes parámetros:

Semillas con raíces únicas

Semillas con raíces múltiples

Logistic Regression - TIPO DE RAIZ (única o múltiple)

Dependent variable: TIPO DE RAIZ

Factors:

BIOESTIMULANTE

DIA DE SIEMBRA

TAMAÑO DE SEMILLA

TRATAMIENTO

Tabla 4. Modelo de regresión estimado para tipo de raíz

Estimated Regression Model (Maximum Likelihood)

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Standard Error</i>
CONSTANT	2,70237	0,469563
BIOESTIMULANTE=NO	0,1261	0,322983
DIA DE SIEMBRA=1	-0,54032	0,472712
DIA DE SIEMBRA=6	-0,744471	0,46351
TAMAÑO DE SEMILLA=GRANDE	0,368001	0,36929
TAMAÑO DE SEMILLA=MEDIANO	0,915053	0,417649
TRATAMIENTO=ESCARIFICADA	-0,599281	0,328409

Fuente. Autor 2019

De acuerdo a la tabla anterior, se realizó análisis para la variable dependiente que es el tipo de raíz final (única o múltiple) como producto final de la siembra de la semilla, se cruzó información contra los diferentes factores o tratamientos que se hizo en la investigación como son uso de bioestimulante, días de siembra, tamaño de la semilla y tratamiento que consistió en la siembra de semilla normal y la escarificación de la misma

Tabla 5. Pruebas de razón de probabilidad
Likelihood Ratio Tests

<i>Factor</i>	<i>Chi-Squared</i>	<i>Df</i>	<i>P-Value</i>
BIOESTIMULANTE	0,152794	1	0,6959
DIA DE SIEMBRA	2,81541	2	0,2447
TAMAÑO DE SEMILLA	5,19147	2	0,0746
TRATAMIENTO	3,41468	1	0,0646

Fuente. Autor 2019

ANALISIS:

La regresión logística empleada para este caso, donde la variable dependiente no es numérica sino categórica, nos permite definir que los factores que inciden de forma directa sobre el tipo de raíz final son TAMAÑO DE LA SEMILLA

Pvalor(0,0746), donde es más probable que la semilla más grande tenga una única raíz, las semillas de menor tamaño conservan la probabilidad más alta de emitir raíces múltiples; y EL TRATAMIENTO (semilla escarificada y semilla normal) Pvalor(0.0646), para este último caso, la probabilidad del error es del 6%, se puede afirmar que con la inclusión de un tratamiento hay efecto positivo en la emisión de raíz única.

Para los casos del factor BIOESTIMULANTE, se puede afirmar que no hay una significancia sobre el tipo de raíz final (única o múltiple) aunque sus efectos son más evidentes en el grosor de la raíz y del tallo al hacer la medición correspondiente, Pvalor(0.6959) lo que nos permite descartar la probabilidad de que el uso de bioestimulante me pueda generar la variable dependiente

El factor DIA DE SIEMBRA no mostro tampoco incidencia definitiva sobre el número de raíces con un Pvalor (0.2477), sin embargo, en el análisis del modelo de regresión estimado, comparando los días 1 y 6 contra el día de siembra 11 nos muestra que es más probable que en el día 11 las raíces sean únicas.

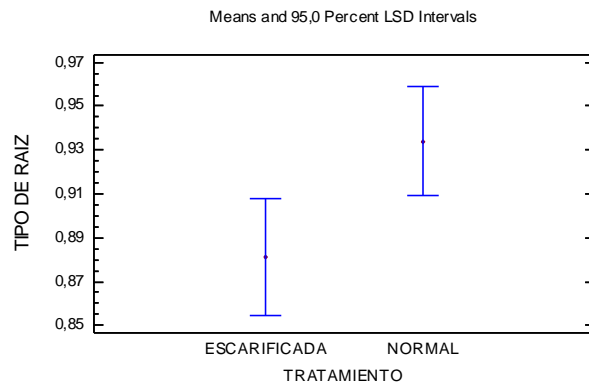


Grafico 1. Tipo de raíz contra los tratamientos evaluados

Fuente. Autor 2019

Según la gráfica, la semilla escarificada no presento una alternativa positiva frente a la no escarificada, la probabilidad de que una semilla tenga raíces múltiples es mayor en semilla escarificada de acuerdo a los resultados obtenidos con la investigación

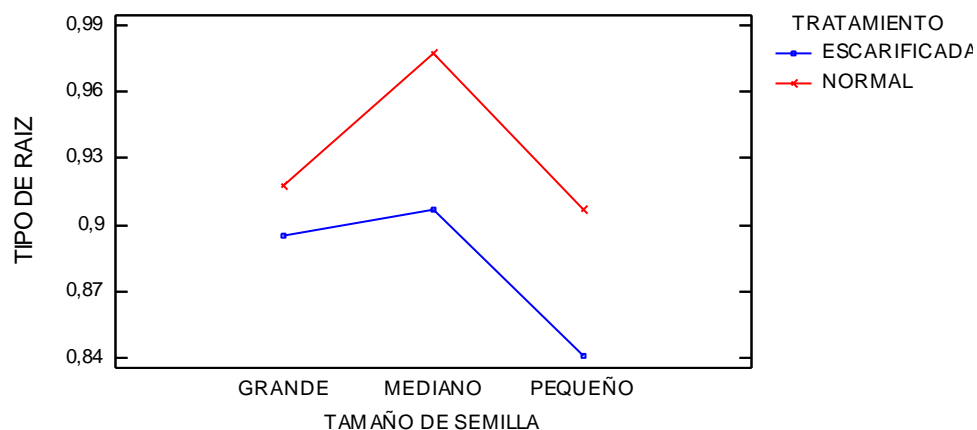


Grafico 2. Tipo re raíz contra tratamientos y tamaño de semilla

Fuente Autor 2019

De acuerdo a la gráfica, el tratamiento de semilla normal, obtuvo mejores resultados contra semilla escarificada, esto coincide con la gráfica 1, donde la escarificación ocasiono una mayor emisión de raíces múltiples; así mismo, comparativamente el tamaño de la semilla se inclina hacia el tamaño grande, los tamaños mediano y pequeño tienden más a la formación de raíces múltiples

JOHN MARIO ARANZAZU PEREZ

Tabla 6. Matriz de datos

No. DE SEMILLA	TRATAMIENTO	DIA DE SIEMBRA 1, 6, 11	TAMAÑO DE SEMILLA PEQUEÑO, MEDIANO, GRANDE	BIOESTIMULANTE SI/NO	TIPO DE RAIZ 0: UNICA, 1: MULTIPLE, 2: DAÑADA
1	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
2	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
3	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
4	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
5	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
6	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
7	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
8	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
9	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
10	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
11	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
12	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
13	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
14	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0
15	SEMILLA NORMAL	1	PEQUEÑO	NO	0

Fuente: Autor, 2019

Tabla 7. Resultados de las variables evaluadas.

TRATAMIENTO	DIA	TAMAÑO	MUESTRA INICIAL	RAICES MULTIPLES	BIOESTIMULANTE	Desv. Estándar
NORMAL	1	G	15	1	NO	0,0136
	6	P	15	2	NO	0,0273
		M	15	2	NO	0,0273
		G	15	3	NO	0,0409
	11	G	15	1	NO	0,0136
ESCARIFICADA	1	P	15	1	NO	0,0136
		M	15	3	NO	0,0409
		G	15	4	NO	0,0545
	6	G	15	1	NO	0,0136
	11	P	15	1	NO	0,0136
NORMAL	1	P	15	4	SI	0,0545
		G	15	1	SI	0,0136
	6	P	15	2	SI	0,0273
ESCARIFICADA	1	P	15	2	SI	0,0273
		G	15	1	SI	0,0136
	6	P	15	4	SI	0,0545
		M	15	4	SI	0,0545
		G	15	1	SI	0,0136
	11	P	15	5	SI	0,0682

Fuente: Autor, 2019

12. CONCLUSIONES

Se encontró que el mejor tamaño de la semilla de aguacate Nativo para la siembra, es el de semillas grades con diámetros superiores a 5cm, por lo tanto, mientras mayor sea el diámetro, mayor probabilidad de que sea raíz única

Se debe sembrar la semilla el día 11 de la cosecha, tiene menor probabilidad de emitir raíces múltiples en este factor de comparación

El bioestimulante funciono de manera eficiente en semillas grandes y medianas, donde se observa que mejoro las condiciones de diámetro de la raíz, pero no tuvo efecto sobre la emisión de raíces al momento de definir raíz única o múltiple; el cual era el objeto de la investigación

La escarificación de la semilla no tiene ningún efecto sobre la emisión de raíces únicas o múltiples, solamente acelera el proceso de germinación.

13. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación Se recomienda sembrar semillas grandes de aguacate nativo en germinadores de arena, previa desinfección del sustrato, elegir semillas medianas a grandes, sembrar máximo hasta el día 11 después de cosecha de la fruta, la escarificación puede usarse teniendo en cuenta disminuir la humedad para evitar daños en la semilla, se puede emplear bioestimulante para mejorar las condiciones de calidad de la raíz y el tallo.

14. BIBLIOGRAFÍA

Alarcon, R, John. Manejo fitosanitario del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) : medidas para la temporada invernal
2012

(ICA), Instituto Colombiano Agropecuario El cultivo de aguacate Hass
2011

Zapata, G. Jaime. El cultivo de aguacate *persea americana* en el occidente de Antioquia
2018

Ruíz Arredondo, Durley; Rengifo Mejía, Pedro Andrés SENA; SENNOVA
Optimización de la fertilización del cultivo de aguacate cv. ‘Hass’ (*persea americana* mill.)
2019

Bernal E, Jorge, (BPA) en el cultivo de aguacate
2013

ABURTO G. F. 2007. Evaluación de sustratos obtenidos a partir de la mezcla de un residuo orgánico bioprocesado con materiales comunes para la propagación de Palto. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. pp. 17-43.2.